

Design and Development of a Control System for pH, Ammonia, and Temperature Levels in Catfish Ponds Based on IoT Using Grafana

Rekci Febrianto¹, Kusno Harianto², Ita Arfyanti³

Program Studi teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer
Widya Cipta Dharma
Jl. M. Yamin No 25, Samarinda, 75123
E-mail: rekcifebrianto@gmail.com, ita@wicida.ac.id

ABSTRACT

Rekci Febrianto, 2025, Design and Development of a Control System for pH, Ammonia, and Temperature Levels in Catfish Ponds Based on IoT Using Grafana. Undergraduate Thesis, Informatics Engineering Study Program, Widya Cipta Dharma College of Informatics and Computer Management. Main Advisor: Kusno Harianto, S.Kom., M.Kom, Co-Advisor: Ita Arfyanti, S.Kom, M.M. Maintaining water quality in fish ponds is crucial for the success of catfish farming, with pH, ammonia, and temperature being the primary parameters. This study designed an IoT-based system to monitor and control these parameters in real-time using pH 450C, MQ-135, and DS18B20 sensors. Data collected is transmitted via an ESP32 microcontroller to Google Sheets and visualized using Grafana. The system includes automated mechanisms such as pH balancing solutions and aeration to reduce ammonia levels. Testing demonstrated that the system effectively maintains water quality within ideal ranges, improving pond management efficiency and reducing risks of losses due to poor water quality.

Keywords: *IoT, water quality, pH, ammonia, temperature, catfish, Grafana*

RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI KADAR pH, AMONIA, SERTA SUHU PADA KOLAM AIR IKAN PATIN BERBASIS IOT MENGGUNAKAN GRAFANA

ABSTRAK

Rekci Febrianto, 2025, Rancang Bangun Sistem Kendali Kadar pH, Amonia serta Suhu Pada Kolam Ikan Patin Berbasis IoT Menggunakan Grafana . Skripsi Program Studi Teknik Informatika, Sekolah Tinggi Manajemen Informatika dan Komputer Widya Cipta Dharma, Pembimbing Utama(I) Kusno Harianto, S.Kom., M.Kom, Pembimbing Pendamping (II) Ita Arfyanti, S.Kom, M.M. Pemeliharaan kualitas air kolam merupakan kunci keberhasilan budidaya ikan patin, dengan parameter utama pH, amonia, dan suhu air. Penelitian ini merancang sistem berbasis IoT untuk memonitor dan mengendalikan parameter tersebut secara real-time menggunakan sensor pH 450C, MQ-135, dan DS18B20. Data dikirimkan melalui ESP32 ke Google Sheet dan divisualisasikan melalui Grafana. Sistem ini dilengkapi mekanisme otomatis seperti penyeimbangan pH dan aerasi untuk mengurangi amonia. Pengujian menunjukkan sistem efektif menjaga kualitas air dalam rentang ideal, meningkatkan efisiensi pemeliharaan dan mengurangi risiko kerugian.

1. PENDAHULUAN

Pertanian perikanan menjadi salah satu sektor penting dalam pemenuhan kebutuhan pangan global. Namun, untuk menjaga kesehatan ikan dan produktivitas kolam, pemantauan parameter lingkungan seperti kadar pH, amonia, dan suhu sangat penting. Perubahan kadar pH, amonia dan suhu dalam kolam ikan dapat memberikan dampak negatif terhadap pertumbuhan dan kesehatan ikan. Oleh karena itu, diperlukan sistem monitoring yang dapat memberikan informasi secara real-time agar petani ikan dapat mengambil tindakan preventif dengan cepat. Perkembangan teknologi diharapkan dapat membantu pekerjaan manusia di berbagai bidang kehidupan. Secara umum perkembangan di bidang teknologi ini cukup bermanfaat bagi manusia karena dapat membantu memberikan solusi pada permasalahan-permasalahan

tertentu. Teknologi-teknologi maju mulai digunakan sebagai media penyampaian informasi agar menjadi lebih interaktif dan efektif. Salah satu teknologi yang digunakan dalam sistem informasi tersebut adalah IoT IoT berkembang seiring dengan kemajuan teknologi, terutama dalam bidang sensor, komunikasi nirkabel, dan komputasi awan. Penurunan biaya perangkat keras, perluasan jangkauan jaringan, dan peningkatan kapasitas penyimpanan data menjadi pendorong utama pertumbuhan IoT, IoT tidak hanya merubah kehidupan individu, tetapi juga membawa dampak besar pada berbagai sektor seperti industri, pertanian, kesehatan, dan transportasi. Sistem kendali berbasis *Internet of Things* (IoT) memungkinkan pengukuran secara real-time dan akurat dari parameter lingkungan kolam ikan. Hal ini memungkinkan petani ikan untuk memantau kondisi

kolam secara efisien dan mengoptimalkan lingkungan untuk mendukung pertumbuhan ikan yang sehat. *Internet of Things* (IoT) melibatkan pengumpulan besar-besaran data dari berbagai perangkat terhubung. Pentingnya menganalisis dan memvisualisasikan data ini secara efektif mendorong kebutuhan akan platform yang dapat menyajikan informasi tersebut dengan cara yang dapat dipahami dan bermanfaat. Grafana merupakan platform visualisasi data yang kuat dan fleksibel. Dengan memanfaatkan Grafana, data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor IoT dapat divisualisasikan secara dinamis dan mudah dipahami. Grafana juga memungkinkan pengguna untuk mengonfigurasi *Dashboard* sesuai kebutuhan dan menerima notifikasi jika terjadi perubahan signifikan pada parameter lingkungan pada kolam ikan.

2. RUANG LINGKUP

Dalam penelitian ini permasalahan mencakup:

1. Rumusan masalah

Permasalahan dalam penelitian ini adalah Bagaimana merancang bangun sistem kendali kadar pH, amonia serta suhu pada kolam ikan patin berbasis IoT menggunakan grafana?.

2. Batasan penelitian

Fokus utama dari penelitian ini adalah pemantauan kadar pH dan amonia pada air kolam ikan patin. Parameter lain seperti oksigen terlarut dan salinitas tidak akan dibahas secara mendalam. Suhu hanya akan digunakan sebatas untuk keperluan pemantauan tanpa dilakukan pengendalian. Penerapan IoT difokuskan pada penggunaan sensor-sensor yang terhubung untuk mengukur dan mentransmisikan data secara real-time, serta otomatisasi dalam menaikkan dan menurunkan kadar pH. Penelitian ini dibatasi pada penerapan di kolam ikan patin. Analisis dan visualisasi data akan dilakukan menggunakan platform Grafana, tanpa membandingkannya dengan platform visualisasi lainnya.

3. Tujuan penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah ditetapkan, maka Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem kendali kadar pH, amonia, dan suhu yang efisien, menyusun serta mengonfigurasi *Dashboard* Grafana guna mengoptimalkan visualisasi data, serta melakukan pemantauan secara real-time terhadap parameter lingkungan kolam ikan patin.

3. BAHAN dan METODE

3.1 Rancang Bangun

Menurut Ana Naela Nurhayati dan Ahmat Josi (2017), Rancang bangun adalah kegiatan menerjemahkan hasil analisa ke dalam bentuk paket perangkat lunak kemudian menciptakan sistem tersebut ataupun memperbaiki sistem yang sudah ada. Rancang Bangun adalah penggambaran, perencanaan, dan pembuatan 7 sketsa atau pengaturan dari beberapa elemen yang terpisah kedalam suatu kesatuan yang utuh dan berfungsi.

3.2 pH

Menurut Kunto Aji Wibisono dan Erik Dwi Cahyono (2022), pH dapat didefinisikan sebagai nilai konsentrasi total ion Hidrogen (H^+) dalam larutan keasaman dan

kebiasaan. Nilai pH dapat disebut sebagai satuan pengukuran seperti keasaman atau alkalinitas satuan larutan. Satuan pH diukur pada skala dari 0 hingga 14. Nilai pH terbentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan dengan derajat asam atau basa. Ketika konsentrasi $[H^+]$ lebih besar dari $[OH^-]$ maka bahan tersebut dapat dikatakan bersifat asam dengan nilai pHnya dibawah Dari 7. Apabila konsentrasi $[H^+]$ lebih kecil dari $[OH^-]$, Dalam hal ini, bahan tersebut dikatakan basa dengan nilai pH lebih dari 7.

Menurut Bambang Sugeng (2019), Derajat keasaman air (pH) adalah indikator yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Derajat keasaman didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut. Beberapa dampak kesehatan jika kadar pH air tidak seimbang adalah keseimbangan keasaman dan alkalinitas tubuh, mempertahankan tingkat elektrolit, dan pH yang rendah kurang dari 7 (netral) maka 8 akan dapat mengakibatkan air tidak stabil dan mengalami perubahan warna, bau dan rasa.

Menurut Amrih Manunggal (2018), pH yang ideal dimana ikan patin akan mengalami pertumbuhan yang optimum berkisar antara 6,5-9,0. Sedangkan Syahrizal & Arifin (2017) menjelaskan bahwa ikan air tawar mempunyai titik kritis asam pada pH 4,0 dan titik kritis basa pada pH 11,0.

3.3 Amonia

Menurut Matius Bryant dan StepHanus Antonius Ananda (2022), Amonia merupakan produk akhir dalam pemecahan pakan di kolam ikan. Ikan akan mencerna protein yang diperoleh dari pakan mereka dan mengeluarkan amonia melalui insang dan kotoran mereka. Jumlah amonia yang dikeluarkan oleh ikan berbanding lurus dengan jumlah pakan yang dimasukkan ke dalam kolam, jumlah amonia akan semakin meningkat dengan meningkatnya jumlah pakan yang dimasukkan ke dalam kolam tersebut. Ikan yang menderita keracunan amonia biasanya tampak lesu dan seringkali akan berada di dekat permukaan air seolah terengah-engah nafasnya.

Menurut Suhendri (2020), Android adalah Sistem operasi ini dirancang khusus untuk perangkat seluler, seperti smartphone dan komputer. Android merupakan sistem operasi berbasis Linux, yang berarti Linux menjadi dasar utama dalam pengembangan sistem ini. Linux sendiri merupakan sistem operasi yang awalnya dikembangkan untuk perangkat komputer, sedangkan Android mengadaptasinya untuk digunakan pada perangkat dengan layar sentuh.

3.4 Suhu

Menurut Yusuf Nur Insan Fathulrohman (2019), Suhu merupakan suatu besaran (berupa derajat atau tingkatan) yang menyatakan ukuran dingin atau panasnya suatu benda.

Menurut Indyanto Gadang Alfaruki (2021), Suhu yang ideal untuk perkembangan ikan patin secara optimal adalah berkisar dari 25-32 derajat celcius.

3.5 Internet of Things

Menurut Willianto (2018), IoT bekerja dengan komunikasi nirkabel pada perangkat-perangkat yang diberi koneksi dan alamat IP sebagai alamat perangkat yang dikoneksikan dalam jaringan. Di dalam jaringan terdapat terdapat alat-alat yang dapat digunakan seperti RFID (*Radio Frequency Identification*) yang dapat mempermudah mesin untuk mengubah data dari analog menjadi data digital dengan bantuan sensor-sensor yang sudah terpasang pada peralatan.

Menurut Junaidi (2015), Iot (*Internet of Things*) memungkinkan pengguna untuk mengelola mengoptimalkan elektronik dan peralatan listrik yang menggunakan internet. Hal ini berspekulasi bahwa di sebagian waktu dekat komunikasi antara komputer dan peralatan elektronik mampu bertukar informasi di antara mereka sehingga mengurangi interaksi manusia . Hal ini juga akan membuat pengguna internet semakin meningkat dengan berbagai fasilitas dan layanan internet.

3.6 Grafana

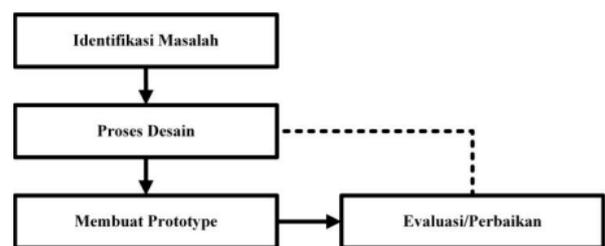
Menurut Dede Rahman (2020), Grafana adalah perangkat lunak visualisasi dan analitik yang bersifat opensource. Grafana memungkinkan untuk memvisualisasikan, mengingatkan, dan menjelajahi metrik disimpan. Alat untuk mengubah data timeseries database (TSDB) menjadi grafik dan visualisasi yang indah. Grafana sangat cocok untuk membuat *Dashboard* yang dinamis dengan berbagai menu bawaan. Grafana juga memiliki *Dashboard* template yang bisa digunakan untuk mengumpulkan variabel data yang digunakan . Dalam paparan ini dijelaskan bahwa Grafana sangat support dalam visualisasi data dalam bentuk time series . Grafana digunakan untuk menampilkan status service yang berjalan pada aplikasi maupun server yang digunakan. Namun Grafana bukan hanya digunakan untuk itu saja tetapi juga dapat digunakan dalam visualisasi sensor industri, pengimplementasian *Internet of thing* (IoT), pengamatan cuaca dan pengontrolan proses yang sedang berjalan. Terdapat berbagai macam pilihan untuk membuat *Dashboard* yang bagus . Grafana memiliki beberapa panel yang dapat digunakan seperti grafik, singlestat, dashlist, tabel dan teks. Panel grafik digunakan dalam pembuatan grafik metric dan seri sebanyak yang diinginkan. Beberapa data source yang didukung dari Grafana, antara lain : GrapHite, InfluxDB, OpenTSDB, Prometheus, Elasticsearch, dan CloudWatch. Grafana hadir dengan plugin data source yang sangat lengkap untuk InfluxDb. Grafana mendukung berbagai macam editor *query* dengan fitur yang kaya, anotasi dan *templating queries*.

3.7 Metode Prototype

Adapun metode pengembangan sistem yang akan dilakukan pada penelitian ini yaitu menggunakan metode *Prototype* adalah suatu teknik untuk mengumpulkan informasi tertentu mengenai kebutuhan kebutuhan

informasi pengguna secara cepat. Sistem ini berfokus pada penyajian dari aspek-aspek perangkat lunak tersebut yang akan nampak bagi pelanggan atau pemakai. Prototipe tersebut akan dievaluasi oleh pelanggan/pemakai dan dipakai untuk menyaring kebutuhan pengembangan perangkat lunak. *Prototype* diatur untuk memenuhi kebutuhan pengguna, dan pada saat itu pula pengembang memahami secara lebih jelas dan detil apa yang perlu dilakukannya. Sistem dengan model *Prototype* memungkinkan pengguna agar mengetahui seperti apa tahapan sistem dibuat sehingga sistem mampu beroperasi dengan baik. (Mohamad Salman Farizi, 2022).

Langkah-langkah dalam *prototyping* yaitu Pengumpulan Kebutuhan, Proses desain, Membangun prototipe dan Evaluasi dan perbaikan.



Gambar 1. *Prototype*

4. PEMBAHASAN

Pembahasan ini akan menjelaskan secara rinci mengenai berbagai tahap yang telah dilaksanakan dalam proses pembangunan rancang bangun sistem kendali kadar pH, amonia serta suhu pada kolam ikan patin berbasis IoT menggunakan grafana , yang mencakup proses identifikasi masalah, proses desain, membuat *Prototype*, evaluasi hingga tahap pengujian.

4.1 Identifikasi Masalah

Tahapan awal dari model *Prototype* guna mengidentifikasi permasalahan permasalahan yang ada, serta informasi-informasi lain yang diperlukan untuk membangun sistem. Identifikasi Masalah mencakup berbagai hal yang dibutuhkan dalam sebuah sistem. Berdasarkan analisis yang dilakukan, maka untuk penerapan “Rancang Bangun Sistem Kendali Kadar pH, Amonia Serta Suhu Pada Kolam Ikan Patin Berbasis IoT Menggunakan Grafana” ini diperlukan benda sebagai objek, serta apa saja kebutuhan yang diperlukan untuk membangun alat ini.

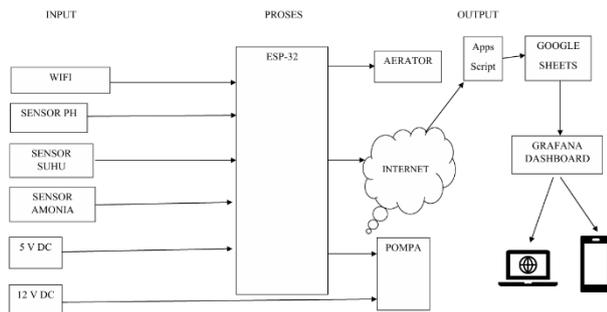
4.2 Proses Desain

Perencanaan tahapan ini dikerjakan dengan kegiatan penentuan sumberdaya, spesifikasi untuk pengembangan berdasarkan kebutuhan sistem, dan tujuan berdasarkan pada hasil komunikasi yang dilakukan pada tahap identifikasi masalah agar pengembangan dapat sesuai dengan yang diharapkan.

4.2.1 Skema Blok Diagram

Pada perancangan sistem kendali kadar pH, amonia serta suhu pada kolam ikan patin berbasis iot menggunakan Grafana, beberapa bagian penting penyusun 32 sistem yaitu (*input*), (*process*), dan (*output*).

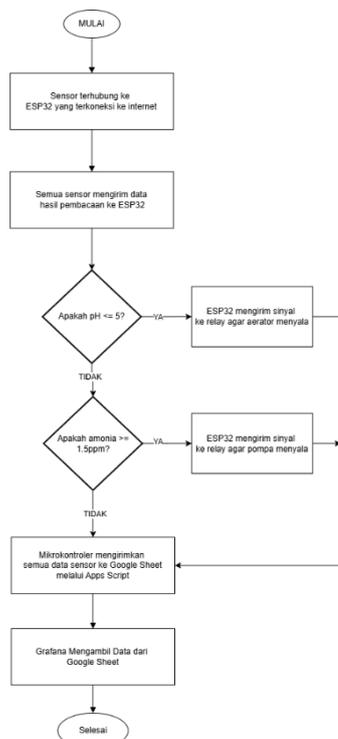
Tiga bagian ini yang akan menyusun keberhasilan sistem untuk dapat bekerja sesuai dengan yang diharapkan.



Gambar 2. Blok Diagram

4.2.2 Flowchart

Flowchart memiliki peran penting dalam penelitian sistem kendali kadar pH, amonia, dan suhu pada kolam ikan patin berbasis IoT menggunakan Grafana. Sebagai alat representasi visual, *Flowchart* membantu memetakan alur kerja sistem secara sistematis, mulai dari proses pengukuran hingga pengendalian.



Gambar 3. Flowchart

4.3 Membuat Prototype

Pembuatan model sistem sesuai dengan desain yang telah di buat yang akan dikembangkan seperti proses dengan perancangan menggunakan *Flowchart* dan skema blok diagram. Desain sistem yang telah dirancang dengan cermat pada tahap sebelumnya mulai direalisasikan dan diwujudkan menjadi sebuah aplikasi nyata yang dapat dijalankan. Aplikasi tersebut dirancang untuk berfungsi secara optimal, sesuai dengan tujuan awal pengembangannya, serta menyesuaikan kebutuhan

spesifik para pengguna yang telah dianalisis dan diidentifikasi pada tahap perencanaan awal.



Gambar 4. Prototype Alat



Gambar 5. Grafana Dashboard

4.4 Evaluasi/Perbaikan Prototype

Dalam tahap ini, *Prototype* yang dibangun dengan sistem rancangan sementara kemudian di evaluasi terhadap customer apakah sudah sesuai dengan yang diinginkan atau masih perlu untuk di evaluasi kembali. Pada tahap ini, dilakukan pengujian secara menyeluruh terhadap Rancang Bangun Sistem Kendali Kadar pH, Amonia Serta Suhu Pada Kolam Ikan Patin Berbasis IoT Menggunakan Grafana. Metode pengujian yang diterapkan dalam penelitian ini adalah *Black Box Testing* dan *White Box Testing*, dengan tujuan mengidentifikasi kesalahan baik pada aspek fungsi aplikasi maupun pada struktur dan logika kode yang mendasarinya, sehingga memastikan kualitas dan keandalan aplikasi sebelum digunakan secara luas.

4.4.1 Blackbox Testing

Black Box Testing adalah salah satu metode pemeriksaan perangkat lunak yang berfokus pada sisi fungsionalitas, khususnya pada input dan output sistem (apakah sistem sudah sesuai dengan apa yang diharapkan atau belum).

4.4.2 Whitebox Testing

White Box Testing merupakan metode pemeriksaan yang melibatkan analisis terhadap kode sumber sistem. Pengujian ini dilakukan dengan memeriksa struktur internal aplikasi dan menganalisis alur kerja program untuk memastikan bahwa kode bebas dari kesalahan logika dan bug yang mungkin tidak terdeteksi melalui pengujian fungsional. Selain itu, Tujuan dari *White Box Testing* adalah untuk menguji kestabilan aplikasi dengan memeriksa jalur eksekusi program secara menyeluruh,

memastikan bahwa aplikasi dapat berjalan dengan baik dalam berbagai kondisi dan skenario.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penjelasan serta uraian-uraian yang telah dijelaskan dan pembahasan mengenai Rancang Bangun Sistem Kendali pH, Amonia serta Suhu Kolam Ikan Patin Berbasis IoT Menggunakan Grafana. Penulis menarik beberapa kesimpulan untuk menjawab rumusan permasalahan tersebut, sebagai berikut :

1. Untuk membuat *Prototype* ini dibutuhkan 4 komponen utama yaitu, mikrokontroler ESP32 sebagai perangkat utama yang mengatur jalannya sistem, sensor pH 450C sebagai alat yang mengukur langsung kadar ph air, sensor MQ-135 sebagai alat yang mengukur langsung kadar amonia, sensor suhu DS18B20 sebagai alat yang mengukur langsung suhu air, Grafana *Dashboard* sebagai keluaran langsung.
2. Berdasarkan penelitian ini, maka dihasilkan sebuah produk *Prototype* alat mengukur kadar pH, amonia dan suhu dalam kolam ikan patin menggunakan rangkaian sederhana yang tepat dengan berbasis IoT untuk mempermudah dalam mengukur dan memantau kualitas air kolam ikan patin.
3. Dari hasil pengujian dari tahap pertama hingga tahap keenam dapat disimpulkan bahwa *Prototype* Rancang Bangun Sistem Kendali pH, Amonia serta Suhu Kolam Ikan Patin Berbasis IoT Menggunakan Grafana berjalan dengan baik dan semua alat yang di gunakan berfungsi sebagaimana mestinya.
4. *Prototype* alat yang dibuat merupakan alat pemantauan kualitas air kolam ikan patin dan dapat di akses melalui *website*.

6. SARAN

1. Integrasi sistem notifikasi berbasis aplikasi (Telegram atau WhatsApp) untuk memberikan peringatan dini jika parameter melebihi batas.
2. Tingkatkan akurasi pengukuran dengan menggunakan sensor yang lebih presisi atau tahan terhadap gangguan.
3. Pengembangan *Prototype* untuk kedepannya diharapkan agar menambahkan mekanisme cadangan daya seperti UPS atau baterai untuk memastikan sistem tetap berjalan selama pemadaman listrik.
4. Menambahkan sistem pemberian pakan atau vitamin otomatis berbasis timer atau terintegrasi dengan sensor, sehingga ikan mendapatkan pakan dan asupan vitamin secara teratur sesuai jadwal atau kebutuhan, tanpa perlu dilakukan secara manual.

7. REFERENSI

- Adriansyah, M. I., Ihsan, N. M., & Anwar, R. S. (2021). Perancangan Alat Pendeteksi KWH Meter Berbasis Arduino Uno R3 dan ESP8266. *INSANtek*, 2(1), 28-34.
- Arifin, Z., Saroso, B. A., Kurniawan, A., & Ageftry, F. D. (2022). Pemanfaatan Energi Surya Sebagai Energi Alternatif Aerator Untuk Meningkatkan Kualitas Air

Kolam Ikan Hias Berukuran Kecil. *Elektrika*, 14(2), 66-75.

- Arrahma, S. A., & Mukhaiyar, R. (2023). Pengujian Esp32-Cam Berbasis Mikrokontroler ESP32. *JTEIN: Jurnal Teknik Elektro Indonesia*, 4(1), 60-66.
- Arsyi Mart Hendri, A. M. H. (2022). ALAT MONITORING KADAR AMONIA DAN PENGONTROLAN PH PADA KOLAM IKAN LELE BERBASIS IOT. *Briliant: Jurnal Riset dan Konseptual*, 8(2).
- Asmara, R. K. P. (2020). Rancang Bangun Alat Monitoring Dan Penanganan Kualitas Ait Pada Akuarium Ikan Hias Berbasis *Internet of Things* (IOT). *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer TRIAC*, 7(2), 69-74.
- Bryant, M., & Ananda, S. A. (2022). Monitoring Kadar Amonia dalam Akuarium Ikan Menggunakan Metode Verifikasi Warna RGB dengan Memanfaatkan ESP32-CAM. *Jurnal Infra*, 10(2), 338-344.
- Effendy, E., Siregar, E. A., Fitri, P. C., & Damanik, I. A. S. (2023). Mengenal Sistem Informasi Manajemen Dakwah (Pengertian Sistem, Karakteristik Sistem). *Jurnal Pendidikan dan Konseling (JPDK)*, 5(2), 4343-4349.
- Farizi, M. S., Somantri, S., & Yustiana, I. (2022). IMPLEMENTASI SPEECH RECOGNITION PADA SISTEM KENDALI PERANGKAT ELEKTRONIK RUMAH BERBASIS IoT (*Internet of Things*) DAN MOBILE APPLICATION. *ZONAsi: Jurnal Sistem Informasi*, 4(2), 157-166.
- Fathulrohman, Y. N. I., & Saepulloh, A. (2019). Alat Monitoring suhu dan kelembaban menggunakan arduino uno. *Jurnal Manajemen dan Teknik Informatika (JUMANTAKA)*, 2(1).
- Gadang Alfaruki, I. (2021). Sistem Pengontrolan Suhu Air Pada Budidaya Ikan Patin Menggunakan PID Controller Berbasis Arduino (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Murad, R. F., Almasir, G., & Harahap, C. R. (2022). Pendeteksi Gas Amonia Untuk Pembesaran Anak Ayam Pada Box Kandang Menggunakan Mq-135. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali dan Listrik*, 3(1), 120-130.
- Mustaqbal, M. S., Firdaus, R. F., & Rahmadi, H. (2015). Pengujian aplikasi menggunakan *Black Box Testing* boundary value analysis (studi kasus: Aplikasi prediksi kelulusan smnptn). *Jurnal Ilmiah Teknologi Infomasi Terapan*, 1(3).
- Nugroho, M. A., & Rivai, M. (2019). Sistem Kontrol dan Monitoring Kadar Amonia untuk Budidaya Ikan yang Diimplementasi pada Raspberry Pi 3B. *Jurnal Teknik ITS*, 7(2), A374-A379.
- Poetra, A. A., Nandika, R., & Wijaya, T. K. (2023). Prototipe Sistem Monitoring Ketinggian Air Pada Tangki Berbasis *Internet of Things*. *Sigma Teknika*, 6(1), 097-108.

- Rahman, D., Amnur, H., & Rahmayuni, I. (2020). Monitoring server dengan prometheus dan grafana serta notifikasi telegram. *JITSI: Jurnal Ilmiah Teknologi Sistem Informasi*, 1(4), 133-138.
- Renaningtias, N., & Apriliani, D. (2021). Penerapan metode *Prototype* pada pengembangan sistem informasi tugas akhir mahasiswa. *Rekursif: Jurnal Informatika*, 9(1).
- Ramdani, D. (2020). Rancang Bangun Sistem Otomatisasi Suhu Dan Monitoring pH Air Aquascape Berbasis IoT (Internet Of Thing) Menggunakan Nodemcu Esp8266 Pada Aplikasi Telegram. *INISTA (Journal of Informatics Information System Software Engineering and Applications)*, 3(1), 59-68.
- Robianto, R., Hendri, H., & Salim, E. (2023). Sosialisasi dan Pelatihan Penggunaan Google Sheets untuk Pengolahan Data Administrasi Kependudukan di Kantor Wali Nagari Simpang Tanjung Nan Ampek. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat-JUDIKA*, 1(1), 22-28.
- Rosaly, R., & Prasetyo, A. (2019). Pengertian *Flowchart* Beserta Fungsi dan Simbol-simbol *Flowchart* yang Paling Umum Digunakan.
- Rozaq, I. A., & DS, N. Y. (2017). Uji karakterisasi sensor suhu DS18B20 waterproof berbasis arduino uno sebagai salah satu parameter kualitas air. *Prosiding Snatif*, 303-309.
- Samsugi, S., Yusuf, A. I., & Trisnawati, F. (2020). Sistem Pengaman Pintu Otomatis Dengan Mikrokontroler Arduino Dan Module Rf Remote. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kendali Dan Listrik*, 1(1), 1-6.
- Saputra, G. A., & Endra, R. (2020). Analisis Cara Kerja Sensor Ph-E4502c Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno Untuk Merancang Alat Pengendalian Ph Air Pada Tambak. no. December, 1-45.
- Setiawan, C. B. (2021). Pengujian Website Apotek Multi Medika Raharjo Menggunakan Metode *Black Box Testing* (Doctoral dissertation, Universitas Atma Jaya Yogyakarta).
- Shofiyah, F., & Wirani, Y. (2021). Analisis dan Implementasi *Dashboard* Monitoring Program Link and Match Perguruan Tinggi Berbasis Google Sheet. *Jurnal Informatika Terpadu*, 7(2), 53-61.
- Zulius, A. (2017). Rancang BANGUN MONITORING pH air menggunakan soil moisture sensor di SMK N 1 Tebing Tinggi Kabupaten Empat Lawang. *Jusikom: Jurnal Sistem Komputer Musirawas*, 2(1), 37-43.
- Zainuri, A., Astuti, E. S., & Dewantara, R. Y. (2015). Pengaruh Kemudahan Penggunaan Dan Kemanfaatan Teknologi Informasi Berbasis Wireless Terhadap Niat Pengguna Internet (Studi Pada Pengguna Akses Indonesia Wifi (Wifi. id) PT. Telekomunikasi Indonesia, Tbk. Kandatel Lamongan). Brawijaya University.
- Yudhanto, Y. (2018). Panduan Pengantar Belajar Hardware dan Software: Troubleshooting Laptop. Rumah Studio Indonesia. Londjo, M. F. (2021). Implementasi *White Box Testing* Dengan Teknik Basis Path Pada Pengujian Form Login. *Jurnal Siliwangi Seri Sains dan Teknologi*, 7(2).
- Wibisono, K. A., & Cahyono, E. D. (2022). Rancang Bangun Monitoring pH Meter Digital Berbasis Interface Delphi 7. *Nucleus Journal*, 1(1), 12-20.
- Tresnayatna, B., Widowati, S., & Hakim, I. L. (2019). Pembangkit test case untuk pengujian perangkat lunak menggunakan metode basis path. *eProceedings of Engineering*, 6(1).
- Syahrizal, S., & Arifin, M. Y. (2017). Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Air Dan Daging Ikan Patin Siam (Pangasius Hypophthalmus) Di Kja Danau Sipin Jambi. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(1), 9-17.
- Sugeng, B., & Sulardi, S. (2019). Uji keasaman air dengan alat sensor pH di STT Migas Balikpapan. *Jurnal Kacapuri: Jurnal Keilmuan Teknik Sipil*, 2(1), 65-72.
- Rifky, A., Putri, A. O., & Jaenul, A. (2024). *PROTOTYPE SISTEM MONITORING BOX SAMPAH BERBASIS IOT MENGGUNAKAN MODUL ESP32 DI GEDUNG JAKARTA GLOBAL UNIVERSITY*. *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(7), 51-60.